

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    9 月    6 日  
Date of Application:

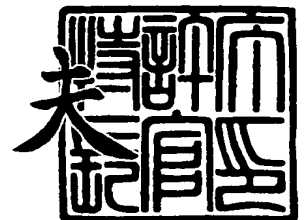
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 6 1 5 3 3  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 2 6 1 5 3 3 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 4715027

【提出日】 平成14年 9月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 複合機能装置及びその製造方法

【請求項の数】 15

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 金子 典夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100090273

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 國分 孝悦

    【電話番号】 03-3590-8901

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 035493

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9705348

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合機能装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属酸化物を複数の部分に分割して、各部分に設けられた電極により、異なる複数の情報を検出することを特徴とする複合機能装置。

【請求項 2】 前記複数の分割された金属酸化物を 1 素子として、この素子を 1 次元または 2 次元に並べたことを特徴とする請求項 1 記載の複合機能装置。

【請求項 3】 前記金属酸化物が強誘電体あるいは焦電体であり、検出する情報が圧力、温度、加速度及び角加速度のいずれかであることを特徴とする請求項 1 記載の複合機能装置。

【請求項 4】 前記強誘電体又は焦電体を構成する金属―酸素から構成される結晶面と酸素のみから構成される結晶面が交互に積層する、あるいは複数の金属及び酸素から構成される結晶面が交互に積層されていることを特徴とする請求項 3 記載の複合機能装置。

【請求項 5】 前記複数の分割された金属酸化物の各少なくとも 1 部分が宙空構造に取り付けられた弾性体の上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の複合機能装置。

【請求項 6】 温度検出をする部分が宙空構造であることを特徴とする請求項 5 記載の複合機能装置。

【請求項 7】 金属酸化物を複数の部分に分割して、各部分の電極配置により異なる複数の情報を検出する装置が、映像情報を表示する表示装置の上に積層されていることを特徴とする複合機能装置。

【請求項 8】 前記金属酸化物の各部分の少なくとも 1 部分が宙空構造に取り付けられた弾性体の上に形成されていることを特徴とする請求項 7 記載の複合機能装置。

【請求項 9】 少なくとも圧力を検知する前記部分が宙空構造に取り付けられた弾性体に取り付けられていることを特徴とする請求項 8 記載の複合機能装置。

【請求項 10】 温度、圧力を検出する前記各部分の前記電極が透明電極で

あることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の複合機能装置。

【請求項 11】 金属酸化物を複数の部分に分割して、各部分に設けられた電極により、異なる複数の情報を検出することを特徴とする複合機能装置の製造方法において、金属酸化物を構成する金属原料と酸素原料を独立に基板に供給して金属酸化物を形成することを特徴とする複合機能装置の製造方法。

【請求項 12】 前記金属酸化物を構成する金属及び酸素を独立した供給装置から供給して金属及び酸素から構成される結晶面並びに酸素から構成される結晶面を交互に積層することを特徴とする請求項 11 記載の複合機能装置の製造方法。

【請求項 13】 独立した供給装置から供給する金属成分原料が、金属、金属酸化物、有機金属化合物及びハロゲン化金属の群から選ばれた材料であり、酸素原料ガスが、酸素、オゾン及び酸化窒素から選ばれた材料であることを特徴とする請求項 12 記載の複合機能装置の製造方法。

【請求項 14】 金属原料ガス供給装置には加熱装置、イオン化装置、プラズマ化装置及び荷電物質を加速するための加速電極の少なくとも 1 種類が取り付けられており、これらにより原料ガスを分解及び／又は加速しながら供給することを特徴とする請求項 13 記載の複合機能装置の製造方法。

【請求項 15】 酸素原料ガス供給装置には、加熱装置、イオン化装置及びプラズマ発生装置の少なくとも 1 装置が取り付けられており、これらにより原料ガスを活性化しながら供給することを特徴とする請求項 13 記載の複合機能装置の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、温度及び圧力を同時又は別々に検出する複合機能装置及びその製造方法に関し、特に、各種プリンタや複写機、LBP等の記録メディア判別或いはパソコン、PDA、携帯電話に代表される情報機器のタッチパネルを始めとして、食品用ロボット、医療用ロボット、各種産業用ロボット、或いは各種セキュリティシステム等で凹凸、摩擦、圧力や温度を単独又はこれらを組み合わせた触覚

情報を検出することが可能な複合機能装置及びその製造方法に関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来の触覚デバイスは、多くが圧力情報を電気信号に変換するものであり、その代表的なデバイスとしては、感圧導電性エラストマーなどを用いた容量検知や電気抵抗変化を検出するものである。例えば、特開平5-81977号公報には、感圧導電性エラストマーの一方には電極を設け、他方に接触用凸部を有する接触子を配置して、該接触子に圧力が印加されると感圧導電性エラストマーの電気抵抗が変化することを利用した触覚センサが提案されている。

#### 【0003】

また、特開平5-215625号公報においては、コンデンサの原理を利用し、電極間にエラストマーを配置し、圧力によりエラストマーが変形することによる容量変化を検出する触覚センサが提案されている。特開平9-203671号公報には、圧電体を用いた温度及び3軸方向の圧力を検出する触覚センサが提案されている。

#### 【0004】

さらに、特開平5-216568号公報には、温度と圧力を同時に取り扱うことのできる触覚入出力装置が記載されている。これは、圧力センサ、圧力アクチュエータ及び温度センサを針状形状とし、これらを1組にしたものを1素子として高密度に配列して、コンピュータとのインタフェースとして用いるものである。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平5-81977号公報及び特開平5-215625号公報に開示された発明では、触覚センサは1方向の圧力を検知することはできるが、3次元方向の圧力を検出することができない。また、特開平9-203671号公報に開示された発明においては、温度及び3次元方向の圧力検知は可能であるが、温度と圧力を検出するために異なる材料を用いている。このため、デバイ

スの製造においては温度と圧力を検出するための異なる材料を同一基板上に形成する必要があり、製造プロセスが複雑になってしまうという問題点がある。

#### 【0 0 0 6】

また、特開平 5 - 2 1 6 5 6 8 号公報に開示された発明においては、圧力と温度情報を同時に取り扱うことができるが、針状物を利用するために耐久性や信頼性の面で問題があった。すなわち、3 種類の針状センサとアクチュエータは、いずれも人間の触覚分解能、例えば指先であれば概略 3 0 0  $\mu$  m よりも小さなデバイスであり、一つの針状物は極めて細いものになってしまう。このため、これらの機械的強度は低くなってしまう。さらに、どれか一つが破損すると触覚デバイスとしての機能を失ってしまう。

#### 【0 0 0 7】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、一つの検出素子が破損しても他の検出素子の機能を確保することを可能とするとともに、製造プロセスを簡略化することを目的とする。

#### 【0 0 0 8】

##### 【課題を解決するための手段】

斯かる目的を達成するために、本発明の第 1 の態様である複合機能装置は、金属酸化物を複数の部分に分割して、各部分に設けられた電極により、異なる複数の情報を検出することを特徴とする。

#### 【0 0 0 9】

また、本発明の第 2 の態様である複合機能装置の製造方法は、金属酸化物を複数の部分に分割して、各部分に設けられた電極により、異なる複数の情報を検出することを特徴とする複合機能装置の製造方法において、金属酸化物を構成する金属原料と酸素原料を独立に基板に供給して金属酸化物を形成することを特徴とする。

#### 【0 0 1 0】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した好適な実施形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

### <第1の実施形態>

先ず、本発明の第1の実施形態に係る複合機能装置の構成を図1を用いて説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る複合機能装置の概略構成を示した図である。

1は、基板であり、シリコン、ガラス、金属、プラスチックなどの材料である。ただし、金属、半導体など電気伝導性のある材料の場合には、基板1と接する電極3、5及び金属酸化物材料2と基板1との間に絶縁体を設けることが望ましい。また、この図では電極3、5は、それぞれ分離しているが、電極対のどちらか一方が共通になっていてもかまわない。

#### 【0011】

また、B部分であるが、図1では記載していないが、電極3、5をパターニングする際に、この部分にも電極を残しても問題はない。ただし、B部分では残した電極材料と電極4と電氣的に分離されている必要がある。2は、強誘電性あるいは焦電性を示す金属酸化物材料である。本発明では、特に金属酸化物材料に限定される必要はなく、強誘電性あるいは焦電性を示す材料であればよく、代表的なものはチタン酸バリウム、チタン酸ビスマス、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、チタン酸ジルコン酸鉛、チタン酸ジルコン酸ランタン鉛やこれらに各種の金属元素を添加した材料、これらの混晶（例えば、 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$ 、 $0.7\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$ 、 $0.7\text{Pb}(\text{Co}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ）などがある。

#### 【0012】

上記金属酸化物材料の厚さや大きさは、用途により任意に設定すればよい。例えば、モバイル用情報機器への搭載を想定した場合、ある物体が $0.4$ から $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度の圧力で接触し、かつ室温から $\pm 20^\circ\text{C}$ 程度の温度を測定するような場合には、金属酸化物材料の厚さは、 $0.1\mu\text{m}$ から $1.0\text{mm}$ 程度であればよい。3、4、5はそれぞれ金属酸化物材料2の厚さ方向の圧力、水平方向の圧力及び温度を測定するための電極である。この電極材料は、導電性材料であって、基板1、金属酸化物材料2に形成でき、かつ実用的な密着強度が得られるものであれば何でもよい。

## 【0013】

図1において、金属酸化物材料をチタン酸ジルコン酸ランタン鉛（以下、PLZTと称す）のような強誘電体とした場合を例にすると、電極3と金属酸化物材料PLZT2が積層された部分（以下、部分Aと称す）は、PLZT2の有する圧電物性  $d_{33}$  を利用することにより、PLZT2に垂直方向に印加された圧力を検知することが出来る。また、電極4でPLZT2がはさまれた分（以下、部分Bと称す）は、PLZT2の圧電物性  $d_{31}$ 、 $d_{15}$ 、 $d_{24}$ などを利用することにより、PLZT2膜の面内方向に印加された圧力を検知することが可能である。電極5とPLZT2が積層された部分（以下、部分Cと称す）は、部分Aと同じ構成であるが、この部分はPLZT2の有する焦電性を利用することにより温度を検知することが出来る。この部分Cで温度を高感度に検出するために、この部分には温度の吸収体を電極5の上に形成してもよく、また特定の波長だけを検出するための波長フィルタを設けてもよい。

## 【0014】

次に、本実施形態に係る複合機能装置の製造方法について図8の一部（図8（a）から（e）又は（f）まで）を用いて説明する。

基板1に2  $\mu\text{m}$ の厚さの絶縁体である熱酸化膜（酸化シリコン）を有するシリコンウエハーを用いた。（図8では、シリコンと酸化シリコンを分離して記述していない）まず、下電極30としてPt/Ti（Pt:500nm、Ti:8nm厚さ）をPFSパッタ法で形成（図8（a））し、次いで金属酸化物として（Pb、La）（Zr、Ti） $\text{O}_3$ （以下、PLZT2と略す）をRFスパッタ法で形成した（図8（b））。本実施形態では、Pb/La=95/5atomic%、Zr/Ti=30/70atomic%となるように組成制御し、膜厚は4  $\mu\text{m}$ とした。次にレジスト（例えば、AZ4620など）を用いて、PLZT2をフッ酸と硝酸の混合水溶液で図8（c）のようにパターンニングする。PLZT2のエッチングによる深さは500nmとした。酸素プラズマでレジストを除去してから、上電極40を形成する（図8（d））。上電極40は、下電極30と同じ材料を用い、膜厚も同じとした。次いで、上電極40をパターンニングし、レジストを除去することにより図1に示す本実施形態の複合機能装置の1素子を製造することができる（図8（e））。また、上電極40、PLZT2（金属酸化膜）及び下電極30を順次パターンニングすることにより、図8（f）に示した構造にしてもよい。



ことは言うまでもない。

尚、図1では下電極が分離された構成となっているが、これと同じ構成とするには図8の(a)の製造工程により形成された下電極をパターンニングする工程を追加すればよい。

#### 【0015】

一般に、強誘電体の場合には、圧電物性は結晶方位により変化し、その差は数倍程度になることが良く見られる。このことは、強誘電体の結晶配向性によっては垂直方向と水平方向では圧力の検出感度が異なることを意味する。紙や布などの表面の微妙な凹凸感覚を検出するためには、垂直、水平方向の検出感度が同じ方が望ましいが、比較的大まかな凹凸やあるいは指紋などの検出には垂直方向の検出感度がより重要になることが多い。したがって、用途によってはこの感度差は問題にならないが、本発明では、金属酸化物材料を、垂直方向と水平方向の圧電物性が均一になるように製造することも可能である。

#### 【0016】

この場合には、図8(b)に示す製造工程を以下のように行う。金属酸化物を構成する金属(例えば、PLZT2の場合には、Pb, La, Zr, Tiの4金属元素)を独立の蒸発源から蒸発させる。例えば、RFスパッタ法であれば、各構成金属を含むターゲット(例えば、金属、金属酸化物、有機金属化合物及びハロゲン化金属など)と、酸素、オゾン、酸化窒素等の酸素元素を含有する物質を供給する酸素供給源を同一成膜装置内に設置し、それらを独立に動作させる。

#### 【0017】

成膜は、基板に対して酸素元素を含有する物質(酸素成分)と金属元素を含有する物質(金属成分)を交互に到達させることにより、金属—酸素からなる結晶面と酸素からなる結晶面を交互に基板上に堆積させていく。PLZTの場合には、Pb, La, Zr, Tiの組成比が所望の値(例えば、Pb/La=95/5 atomic%、Zr/Ti=30/70 atomic%)になるように制御する。この制御方法には制限はない。例えば、各ターゲットと基板の間にスリットとシャッターを設け、このスリットの幅により組成をシャッターの開閉により酸素からなる面との交互堆積ができる。このようにして、金属酸化物を成膜することにより、PLZT2の場合には、基板に対して

垂直に 111 結晶面が成長することになる。これは、強誘電体の分極方向が基板に対して 45 度傾斜していることに対応し、このことにより垂直、水平のどちらの方向からの圧力に対しても、ほぼ同じ圧電物性を示すことができる。

#### 【0018】

このような成膜方法は、RFスパッタ法に限定されるものではなく、MOCVD法であれば各原料ガスを独立に供給すればよい。一般にMOCVD法の場合には、原料に有機金属化合物を使用するので金属成分と有機成分の分離が課題になる。このためには、本実施形態では各原料ガスを成膜容器に入れる際に原料ガスをイオン化したり、加熱することにより分解し、また、このように処理した原料ガスの金属成分を必要に応じて電極により加速して、基板に到達する金属成分を活性化させる。

#### 【0019】

このようなイオン化、加熱、加速による活性化を行うことにより、金属成分は主として正の電荷をもった物質が基板に到達することになる。この結果、分解により発生した有機物成分の混入も少なくなり、また、活性化条件（例えば、加速の電圧）により運動エネルギーを制御された金属成分は結晶成長に必要な適正エネルギーを有するため、得られる金属酸化物材料は成膜温度も低くなり、また結晶性／配向性も制御できる。また、酸素に関しても加熱、イオン化やプラズマ化することにより活性化して、得られる金属酸化物の成膜温度を低温化し、結晶性／配向性を制御する。

#### 【0020】

このようにして製造された素子を単独、1次元、2次元あるいは3次的に配列することにより、温度、圧力という触覚情報を検出する。ここでは、図2に示したように2次元に配列する場合について述べる。尚、6は、図1のAの部位に相当し、7は、図1のBの部位に相当し、8は、図1のCの部位に相当する。

#### 【0021】

2次元に配列した多数の素子10のある部分11に何らかの物体が接触し、その後、矢印で示したようないろいろな方向に概物体が移動する場合、各素子の出力を順次読み取ることにより、接触面積、移動方向と温度、圧力情報を検出でき

る。すなわち、図9に示したように、各素子を $m \times n$ 個を配列した複合機能装置からの出力（ステップS91）はアドレスコントローラを経て（ステップS92）、入力制御回路で増幅やノイズ処理などの処理を行った後（ステップS93）、メモリ／信号処理回路で圧縮など必要な信号処理を行って保存される（ステップS94）。保存されたデータは、不図示のコンピュータなどでさらに各種処理をしたり、インターネットなどの通信手段やフレキシブルディスクなどのメモリ媒体を用いて、他のコンピュータに転送することができる。

#### 【0022】

図2において素子サイズ9は、用途により決定すればよい。例えば、人間の指紋を圧力で検出する場合には、圧力を検出する部分の幅は概ね $50\mu\text{m}$ 程度であればよい。また、接触する材料の表面状態を調べるような場合には、素子サイズ9は $0.1\mu\text{m}$ から $10\text{mm}$ 程度であればよい。

#### 【0023】

##### <第2の実施形態>

図3に本発明の第2の実施形態に係る複合機能装置の構成を示した図である。

本実施形態では、金属酸化物2は、弾性体12に電極を介して取り付けられている。この弾性体は、電極3、4、5または基板1と同じ材料でもよく、異なる材料でも良い。弾性体12が電極3、5と同じ材料の場合には、対向するどちらか一方の電極（3、5）を厚くすればよい。基板1と同じ材料の場合には、宙空構造を形成する際に必要な厚さだけ除去しないでおけばよい。この弾性体は、各部分の機械的強度を改善するとともに、垂直方向の圧力に対しては振動板として作用して検出感度の改善、温度検出部分では、熱の蓄積を防止する放熱板としての機能を有する。このような用途に適する材料であれば、弾性体には絶縁体、半導体、単結晶、他結晶、非晶質などの制限はなく、有機材料、無機材料の制限もない。

#### 【0024】

図3（a）では、温度及び圧力を検知する部分がすべて宙空構造の弾性体に取り付けられているが、必ずしもすべての部分を宙空構造にする必要はなく任意の部分に宙空構造を形成することができる。たとえば、図3（b）のように水平方

向の圧力検知部分Bは、機械的強度を考えた場合には宙空構造にしなくてもよい。用途によりどちらかを選択すればよい。

#### 【0025】

垂直方向の圧力を検知する部分の電極（両側電極厚さの和）と金属酸化物積層体全体の厚さと弾性体の厚さの比は、一般には電極／積層体＝0.5程度以上であれば良く、両側の電極の厚さは必ずしも同じである必要はない。小さな圧力を検知する場合には宙空構造の方が同じ圧力でも変位量が0大きくなるために検出感度が良くなる。温度を検知する部分は、素子内に熱が蓄積されやすいので、宙空構造として検出部分の熱容量を少なくすることにより高速測定が可能になる。

#### 【0026】

図8に第1の実施形態に係る複合機能装置の製造方法を示した。第2の実施形態に係る複合機能装置の製造方法は、図8（e）までは前述した方法と基本的には同じであるが、ここでは、図8（b）の金属酸化物2をMOCVD法で製造した。図10に本実施形態で使用する原料ガスの活性化の原理を示した。

#### 【0027】

19は真空容器であり不図示の真空排気装置で内部を減圧状態に保ってある。21は基板ホルダーであり、必要により不図示の回路により、回転、加熱することができる。16は、金属酸化物2を構成する金属原料材料容器である。17は、16から流れ出た原料ガスが流れるパイプである。原料ガスの活性化は、以下のようにして行う。18はヒータであり、17を流れてくる原料ガスを熱分解させる役割を持つ。この18は、ヒータだけでなく、例えば、プラズマ源、あるいはイオン化源でもよく、この場合には、加速電極20と原料ガスパイプ17の先端部の間にプラズマ源やイオン化源を設置する。20は加速電極であり、基板に対して正の電位になるようにした。22は電源である。

#### 【0028】

図10では、原料容器16は1種類しか示していないが、通常は、この容器を金属成分にあわせて複数個用いる。このような場合には、各金属成分に最適な活性化を行うためには、加速電圧を独立に制御できることが望ましいため、基板ホルダーをアース電位とする。もちろん、すべてを逆電位にして用いても良いこと

は言うまでもない。各金属成分は、単独成分とすることが望ましいが、金属酸化物 2 によっては、構成金属が多くなることも珍しくない。このときには、結晶構造を考えて、同じ結晶サイトに位置するものや、原料ガスの熱分解温度が類似しているものなどを混合しても良い。

#### 【0029】

原料ガスは、通常、ビスジピヴァロイルメタナート鉛、テトラ $\epsilon$ -ブトキシジルコニウム、テトライソプロポキシチタン、ランタンのシクロペンタジエニル錯体などの有機金属化合物を用いるが、これ以外の材料でも良いことは言うまでもない。このような原料を不図示の装置から 16 に導入したアルゴンなどのキャリアガスを用いて真空容器内に導入する。この際に、例えば、ヒータ 18 により、原料ガスを熱分解させ、さらに分解により生成した金属を含む化学種を加速電圧 20 で加速する。このことにより、熱分解で生成した金属を含む正の電荷を有する化学種は運動エネルギーを付与されて基板に到達することができる。

#### 【0030】

本実施形態では、Pb, Zr, Ti, La という金属成分をすべて独立の原料容器 16 に入れ、20 の加速電圧、18 の加熱温度をすべて独立に制御した。加速電圧は、通常、0-10 kV 程度、18 の加熱温度は、通常、100-1000℃である。また、酸素源は、酸素ポンプからの酸素ガスを図 10 の 17 に導入し、ヒータ 18 により 500℃に加熱したが、オゾン、チッ化酸素等でもよい。酸素源材料は、加熱だけでなく、プラズマ化、イオン化しても良い。成膜は、例えば酸素源は連続して、Pb, La, Zr, Ti 原料ガスを周期的に不図示の電磁弁で真空容器に導入して行う。この際に、金属成分の導入時間により、金属酸化物の組成を制御して、基板ホルダー 21 に取り付けられた基板には、結晶の酸素面と金属-酸素面が交互に積層した構造を有する金属酸化物材料が形成される。この構造は、PLZT 2 の場合には (111) 結晶面が基板に平行に成長したものに相当する。

#### 【0031】

図 8 (e) 以降の工程であるが、図 8 (e) の工程で使用したレジストを剥離し、金属酸化物 2 をパターンニングするためのレジストを塗布した後、ドライエッチングで上電極 40、金属酸化物 2 及び下電極 30 を順次パターンニングした (図

8(f))。パターニング条件は、上電極40及び下電極30はArプラズマによるドライエッチングでPLZT2はフッ酸と硝酸の混合水溶液を用いたウエットエッチングで行った。

#### 【0032】

このときに使用したレジストを除去した後、シリコン基板1のエッチングを行った(図8(g))。このときのマスクとしては窒化シリコン膜をLPCVDで形成し、レジスト(AZ1500)でパターニングしてから、CF<sub>4</sub>プラズマでエッチングした。その後、水酸化カリウム水溶液でシリコン基板1を除去した。マスクパターンにより、デバイス構造は、図3(A)または(B)のどちらかを選択すればよい。このようにして、作製した素子を例えば、図2に示すようにm×nのマトリックス上に配列することにより、本実施形態に係る複合機能装置を製造した。デバイス表面には、磨耗などに対する耐久性を改善するために、保護膜を形成してもよい。

#### 【0033】

以上のような複合機能装置を用いて、図9に示したようにアドレスコントローラ、入力制御回路、メモリ／信号処理回路で測定系を構成する。この状態で複合機能装置に、紙、布、皮、プラスチック、金属、あるいはこれらの加工品などの物体を押し付けたりこすったりすることにより、接触した物体の表面状態を調べることが出来る。もちろん、タッチパネルや手書き入力装置として使うことも可能である。また、温度検出部分では、物体が接触しない場合には、その周辺の温度を計測する温度計としても使用可能である。さらに、温度検出部分のみを2次元温度センサとして、接触させた物体の温度分布を測定することもできる。

#### 【0034】

### <第3の実施形態>

図4は、本発明の第3の実施形態に係る複合機能装置の構成を示した図である。

13は映像情報を表示するための表示デバイスである。このデバイスには、銀塩写真やポスターをはじめとする各種静止画、CRT、有機EL、無機EL、各種液晶デバイスなど動画表示をするものなど何を用いてもよい。また、断面形状は図4

に示した平面状である必要はなく、半球状など曲面を有していてもよい。

#### 【0035】

14は、温度、圧力情報を検出する複合機能センサ部である。14の断面構造としては、図1あるいは図3に示したものやこれらの変形構造のどれであってもかまわない。例えば、13の映像ディスプレイが液晶カラーディスプレイの場合、代表的な1画素サイズは $330\mu\text{m} \times 330\mu\text{m}$ である。基板1はガラスなどの透明材料であり、電極はITOやZnOなどの透明電極、金属酸化物はPZTやチタン酸バリウムなどの透明な強誘電体、焦電体である。

#### 【0036】

複合機能センサ部は、映像ディスプレイの映像表示面に積層され、映像表示面では、複合機能センサ部を用いて検出された情報に基づく映像表示がなされる。

#### 【0037】

電極はスパッタ法など通常の薄膜形成方法で製造し、これを所望のパターンにパターニングする。例えば、金属酸化物を3部分に分割し、13の1画素サイズにあわせて、3分割し、温度、圧力検知部分の大きさを各部分 $110\mu\text{m} \times 330\mu\text{m}$ とした。各部分は、垂直方向及び水平方向の圧力及び温度を検知する。もちろん、用途により温度、圧力の検知部分は、これ以外のサイズに分割しても良いこと言うまでもない。

#### 【0038】

このような構成にすることにより、例えば、温度検知部分により人物が近づくとその体温を検知して、映像ディスプレイのスイッチを入れたり、映像ディスプレイに表示された物体と同じ物を温度、圧力検知部分に接触させることにより、その物体の表面情報を検知することが出来る。

#### 【0039】

以下、上記各実施形態について具体的に説明する。なお、第2及び第3の実施形態については金属酸化物2を3部分に分割した場合について記述するが、例えば2又は4部分に分割しても良いことは言うまでもない。また、デバイス製造方法についても、以下に説明する手段に限定されることはなく、デバイスを構成する材料にあわせて選択すればよい。

## 【0040】

図1に本発明の第1の実施形態における1素子の断面構造原理図を示した。この図において、1はシリコンウエハー（基板）であり、ここでは100面を切り出したものを用いた。2は金属酸化物で、 $(\text{Pb}, \text{La}) (\text{Zr}, \text{Ti}) \text{O}_3$ （以下、PLZTと略す）を用いた。本実施形態では、 $\text{Pb}/\text{La}=95/5 \text{ atomic\%}$ 、 $\text{Zr}/\text{Ti}=30/70 \text{ atomic\%}$ になるように組成を調整した。

## 【0041】

製造方法については、図8（a）から（e）に示した。まず、シリコンウエハーの表面を熱酸化して酸化シリコン膜を形成した後、チタン及び白金の積層電極をRFスパッタ法でそれぞれ15nm、150nm形成した。その後、電極3及び5の部分のみを残すように、通常の半導体加工技術によりパターンニングした。

## 【0042】

ついで、MOCVD法でPLZT膜を3 $\mu\text{m}$ 形成した。各金属成分の原料ガスは、ビスジピヴァロイルメタナート鉛、テトラ $\text{t}$ -ブトキシジルコニウム、テトライソプロポキシチタン、ランタンのシクロペンタジエニル錯体を用いた。図10の原料容器は4個準備し、それぞれに上記有機金属を個別に充填した。

## 【0043】

Ti、Zr成分に対しては、18として300℃に加熱したヒータを用いた。Pb、La成分に対しては、18は400℃に設定した。加速電圧は、Pb、La成分に対しては、2kV、Zr、Ti成分に関しては、3kVとした。原料容器16内に導入したアルゴンガスの流量を制御して金属組成の制御を行った。基板温度を600℃とし、毎分10回転で回転させながら、金属酸化膜（PLZT膜）2を成膜した。このようにして作成した金属酸化膜（PLZT膜）2は、X線回折により111結晶面が基板に垂直に成長（111配向膜）していることが確認された。一方、すべての金属成分に対して加速電圧を印加しなかった場合には、001結晶面が基板に垂直に配向（001配向膜）していた。

## 【0044】

次いで、111配向膜の電極4を形成する部分をフッ硝酸を用いた湿式エッチングにより、2.5 $\mu\text{m}$ の深さになるようにエッチングした。その後、前記チタ



ンと白金から成る上電極をRFスパッタ法で全面に形成し、上電極をパターンニングすることにより各電極 3、4、5 を分離させる。そして、各電極 3、4、5 を不図示の配線を用いて図 9 のようにアドレスコントローラ、入力制御回路及びメモリ／演算回路と接続して、本実施形態に係る複合機能装置を製造した。素子全体の表面に絶縁性の保護膜を形成してもかまわないことは言うまでもない。なお、本実施形態においては、3 つの部分の大きさは、幅が  $50\ \mu\text{m}$ 、長さが  $300\ \mu\text{m}$  であり、この素子を 300 個を 1 次元に配列した。したがって、製造された複合機能装置のセンサ部分は、 $45\ \text{mm}$  の幅になる。

#### 【0045】

このセンサ部に図 5、図 6 に示したようなシリコンウエハーをエッチングして幅  $a=300\ \mu\text{m}$ 、高さ  $5\ \mu\text{m}$ 、間隔  $b=1\text{mm}$ 、 $\theta=45$  度の直線パターンを形成したものを圧力  $0.9\ \text{kg}/\text{cm}^2$  の圧力で接触させた。このとき、図 5 の B 点（パターンのエッジ部）が、本実施形態の複合機能装置の左端の素子の垂直方向の圧力検知部と一致するようにして、センサを  $50\ \mu\text{m}/\text{秒}$  の速度で図 5 の矢印の方向に移動させた。このとき左端の素子の垂直方向の圧力検知部分（圧力検出素子）からの出力は、図 7 に示したように変化し、直線パターンが垂直方向の圧力を検出する部分に接触している面積に比例した出力が得られていることが確認された。一方、水平方向の圧力検出部分からの出力電圧は、垂直方向の圧力検出部分の約 80% であったが、その相対出力は図 7 と同じ傾向を示した。また、シリコンパターンの押し圧を  $0.1\ \text{kg}/\text{cm}^2$  まで小さくしても、垂直、水平方向ともに信号の検出が可能であった。

#### 【0046】

比較のために、001 配向膜についても 111 配向膜と同じ方法でデバイスを作成し、同様の実験を行った。垂直方向、水平方向ともに相対出力は図 7 と同じであるが、水平方向からの出力電圧は、垂直方向の約  $1/3$  であり、シリコンのパターンの押し圧を  $0.3\ \text{kg}/\text{cm}^2$  以下とすると、水平方向の圧力検出ができなくなった。

#### 【0047】

以上のように、PLZT の配向性に関係なく、本実施形態の複合機能装置によ

り垂直、水平方向の圧力を検出することができたが、配向性を制御することにより、圧力の検出限界を補正できることも確認できた。

#### 【0048】

図3に本発明の第2の実施形態に係る複合機能装置の断面構造原理図を示した。この図において、基板1は感光性ガラス、12は感光性ガラスでここでは1と同じ材料を用いた。3、4、5は電極であり、12に接触する部分はCr/Ti/Pt、金属酸化物2を介した反対側はTi/Pt構成とした。これら電極はいずれもPFスパッタ法で形成した。

#### 【0049】

また、金属酸化物は $0.7\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0.3\text{PbTiO}_3$ であり、ゾルゲル法により形成した。12は厚さ $5\mu\text{m}$ 、金属酸化物2の厚さは $5\mu\text{m}$ とした。基板1及び弾性体12のパターニングは通常の湿式エッチングで、また電極及び金属酸化物のパターニングは通常の乾式エッチングで行った。1素子のサイズは、幅 $180\mu\text{m}$ 、長さ $500\mu\text{m}$ であり、これを図3のように3分割し、A部分は垂直方向の圧力を、B部分は水平方向の圧力を検出し、C部分は温度を検出する部分である。この素子を、縦横それぞれ200個ずつ配列し、全体をポリマー保護膜で覆った。電極3、4、5を不図示の配線で図9に示した構成として本実施形態の複合機能装置とした。

#### 【0050】

市販のコピー用紙であるFB75 (FoxRiverBond製) とXx90 (Xerox製) を本実施形態に係る複合機能装置に $0.8\text{kg}/\text{m}^2$ 程度の圧力で接触させ、その後、図2のX方向に $0.5\text{s}/\text{cm}$ で10秒間移動させた。FB75の場合、垂直方向の圧力を検知する部分からの相対出力は、最大15.8%の誤差であった。これに対して、水平方向の圧力を検出する部分からの出力は、出力変動が大きく変動幅は相対的に約30%であった。

#### 【0051】

一方、Xx90からの出力の相対変動幅は、約8.9%であった。しかし、図2のY方向に移動させた場合には、両者の違いは検出されなかった。また、温度検出部分からの出力からX方向への移動による温度上昇を見積もると、FB75では最

大2. 5℃の温度上昇が観測された。Xx90の場合には、最大1. 4℃の温度上昇であった。

#### 【0052】

このコピー用紙の表面をレーザー顕微鏡で観察すると、FB75は概略9. 3  $\mu\text{m}$ の凹凸があり、数10～100  $\mu\text{m}$ の大きなうねりが観測され、Xx90は凹凸が約8. 9  $\mu\text{m}$ でうねりのピッチが数10ミクロン程度以下であった。このことは、上記の複合機能装置の測定結果と一致し、FB75の表面は、Xx90に比べて用紙全体の凹凸が大きいことを示している。

#### 【0053】

図4に本発明の第3の実施形態に係る複合機能装置の断面構成図を示した。13は、映像情報を表示するための表示デバイスであり、14は温度、圧力情報を同時に検出できる複合機能センサ部であり、この部分の1素子の断面構造原理図を図3に示した。13は液晶あるいは有機ELなどの有機材料を用いた映像表示デバイス、通常CRTなど映像情報を表示できるディスプレイであれば何でもかまわない。形状も図4のような断面形状が矩形方である必要はなく、積層してあればよい。本実施形態では、映像情報の表示には1画素が330  $\mu\text{m} \times 330 \mu\text{m}$ の液晶カラーディスプレイを用いた。画面サイズは12インチである。

#### 【0054】

図3において、1は感光性ガラス、2は金属酸化物(Pb、La)(Zr、Ti)O<sub>3</sub>を用いた。本実施形態では、Pb/La=95/5 atomic%、Zr/Ti=30/70 atomic%になるように組成を調整した。12は1と同じ感光性ガラスである。また、電極材料3、4、5は、いずれも酸化亜鉛にガリウムを3%添加した材料を用い、RFスパッタ法で150 nmの厚さに形成した。

#### 【0055】

次いで、前記金属酸化物2を、電子ビーム蒸着で独立に各金属成分を蒸発させながら、プラズマ処理した酸素ガスを同時に基板1に吹き付けながら成膜した。金属成分の組成制御は、電子ビームを照射する時間を変化させることにより行った。膜厚は10  $\mu\text{m}$ とした。その後、イオンミリングで金属酸化物および下電極を100  $\mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ の大きさになるようにパターニングした。

## 【0056】

さらに、水平方向の圧力を検出する部分には、イオンミリングで深さ  $5\mu\text{m}$  の溝を形成した。この溝は図3では幅方向の中に形成してあるが、長さ方向に形成しても良い。本実施形態では、幅方向に金属酸化物の縁から  $15\mu\text{m}$  の位置に2ヶ所溝を形成し、溝の大きさは、 $10\mu\text{m} \times 250\mu\text{m}$  とした。次に、PFスパッタ法でガリウムをドーピングした酸化亜鉛膜を上電極として全面に形成し、上電極、金属酸化膜2及び下電極を順次パターンニングすることにより、垂直方向の圧力、水平方向の圧力及び温度を検出する部分を夫々形成した。

## 【0057】

最後に、温度、圧力を検知部分の基板1の裏側を湿式エッチングで除去して、宙空構造を形成した。この際、感光性ガラスの1部を弾性体として使用するために電極3、5が剥き出しにならないようにした。図3に示した圧力、温度を検出するためのセンサ部とこれらからの信号を処理する不図示のIC回路とは、電極3、4、5と同じガリウム添加の酸化亜鉛を用いた配線により、映像ディスプレイの映像表示部と重ならない部分で接続した。また、図4において液晶カラーディスプレイ13と温度、圧力を検知する複合機能センサ部14は、接着剤で13の各素子が重なるように接着した。

## 【0058】

このようにして製造した本実施形態の温度圧力検知部分10に、絵画作成に使う絵筆で線を描くと各部分での検出信号を処理することにより筆に加える圧力と動きに応じて、筆圧と線幅、及び筆の移動方向が検出できた。筆圧の強い部分は、摩擦による熱の発生も大きいために、垂直方向の圧力と温度の検出出力を組み合わせることにより、より微妙な筆圧変化が検出できる。そして、この情報を映像ディスプレイ13上で表示させることもできる。

## 【0059】

以上、説明したような本発明の実施形態に係る複合機能装置を用いることにより、温度と圧力を同時に検出することができるようになった。このことにより、各種の凹凸パターン、紙などの表面状態、情報機器への入力デバイスなど、異なる分野の幅広い用途に使用可能な複合機能装置を提供することが可能となった。

**【0060】**

また、本発明の実施形態に係る複合機能装置は、温度及び圧力のどちらに対しても応答する強誘電体或いは焦電体を用い、これらを複数部分に分割することで各部分において必要とする情報を取り扱うことを可能とするものである。さらに、温度、圧力を検出するための検出素子を同一層に構成することによって、それぞれの検出素子を別の材料で検出する場合に比べるとデバイス製造のプロセスを大幅に簡略化することができる。

**【0061】**

さらに、強誘電体或いは焦電体の結晶配向性を制御してデバイスを製造することにより異なる方向からの圧力に対する感度のばらつきも解消することもできる。また、強誘電体或いは焦電体は、一般的に可視光に対しては透明に近いため、温度、圧力という触覚情報と映像情報を重ね合わせて取り扱うことも可能となる。

**【0062】**

尚、上記では、本実施形態に係る複合機能装置は対象物体の温度及び圧力を検出可能であると説明したが、強誘電体或いは焦電体の物性を利用して対象物体の加速度及び角速度等を検出することも可能であることは勿論である。

**【0063】****【発明の効果】**

本発明によれば、金属酸化物を複数部分に分割して、各部分に設けられた電極により、異なる複数の情報を検出するように構成したので、一つの検出素子が破損しても他の検出素子の機能を確保することができるとともに、各検出素子群を同一材料で形成したことにより製造プロセスを簡略化することが可能となる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明の第1の実施形態に係る複合機能装置の構成を示した図である。

**【図2】**

検出素子群が2次元に配列された構成された複合機能センサ部を示した図である。

**【図 3】**

本発明の第 2 の実施形態に係る複合機能装置の構成を示した図である。

**【図 4】**

本発明の第 3 の実施形態に係る複合機能装置の構成を示した図である。

**【図 5】**

本発明の一実施形態に係る複合機能装置の特性を検証するためのウエハーパターンを示した平面図である。

**【図 6】**

本発明の一実施形態に係る複合機能装置の特性を検証するためのウエハーパターンを示した断面図である。

**【図 7】**

本発明の一実施形態に係る複合機能装置の圧力検知部（圧力検出素子）の特性を示した図である。

**【図 8】**

本発明の一実施形態に係る複合機能装置の製造方法の流れを示した図である。

**【図 9】**

温度及び圧力情報の検出処理の流れを示した図である。

**【図 1 0】**

本発明の一実施形態に係る金属酸化膜を生成する際に使用する原料ガスの活性化の原理を示した図である。

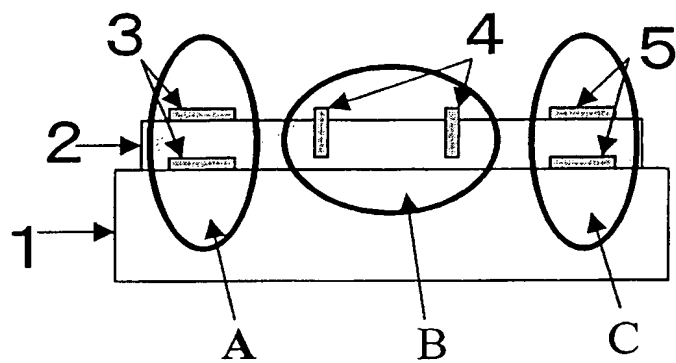
**【符号の説明】**

- 1 基板
- 2 金属酸化膜
- 3、4、5 電極
- 6 A 部位
- 7 B 部位
- 8 C 部位
- 9 素子サイズ
- 1 2 弾性体

- 1 3 表示デバイス
- 1 1、1 4 複合機能センサ部
- 1 6 金属原料材料容器
- 1 7 パイプ
- 1 8 ヒータ
- 1 9 真空容器
- 2 0 加速電極
- 2 1 基板ホルダー
- 2 2 電源
- 3 0 下電極
- 4 0 上電極

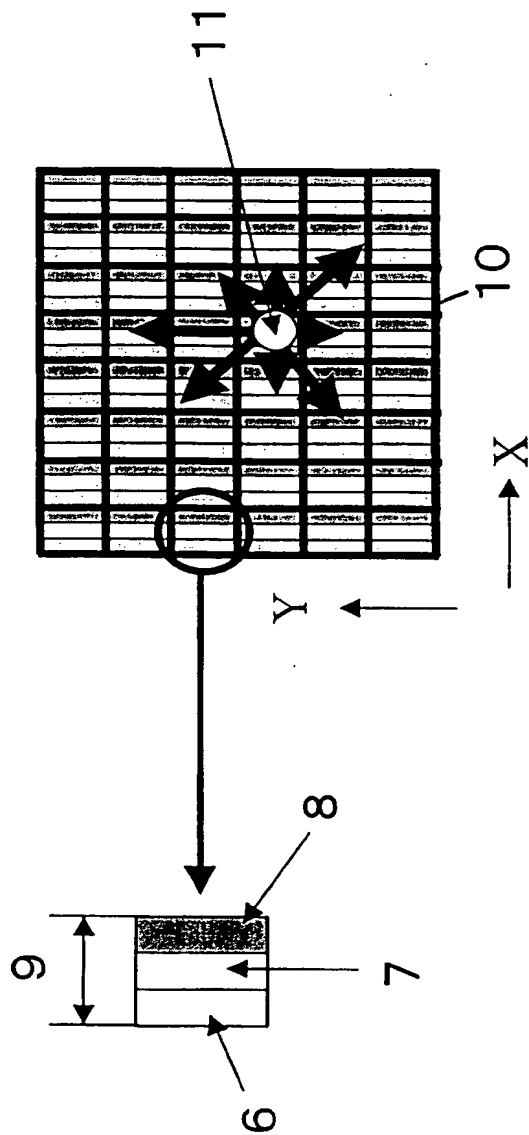
【書類名】 図面

【図 1】

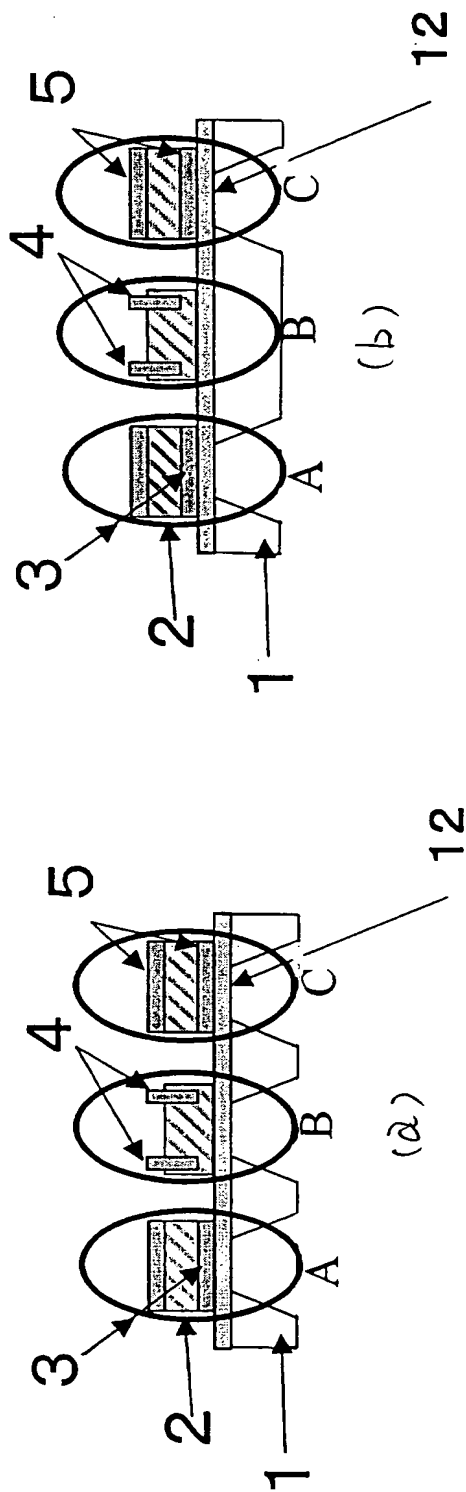




【図 2】



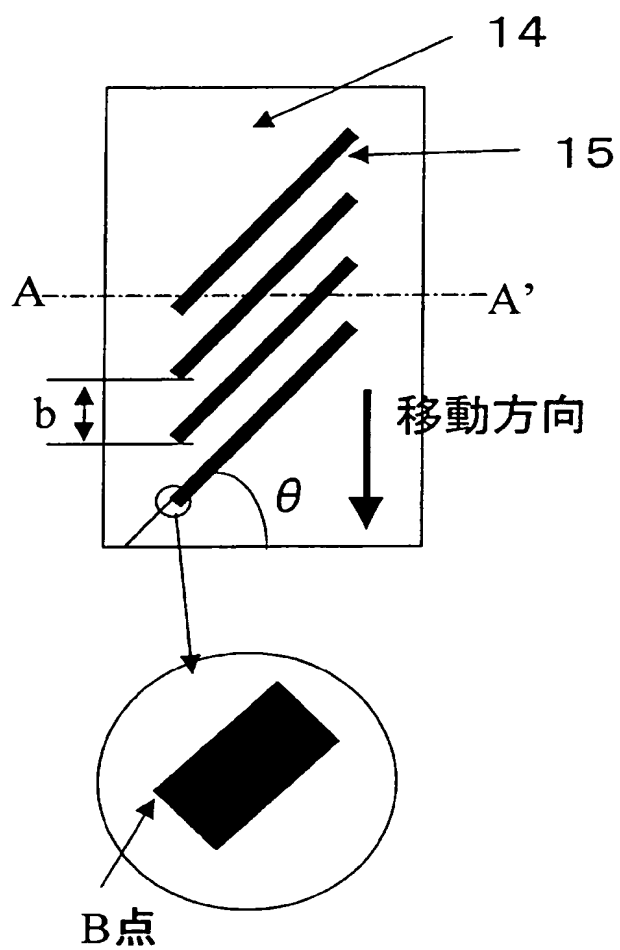
【図 3】



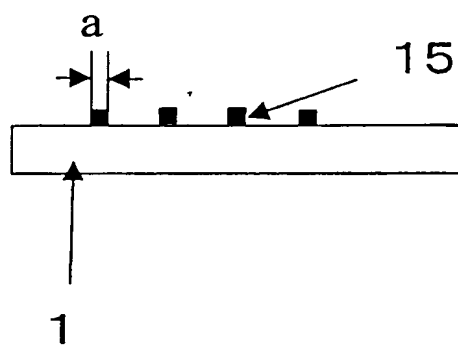
【図 4】



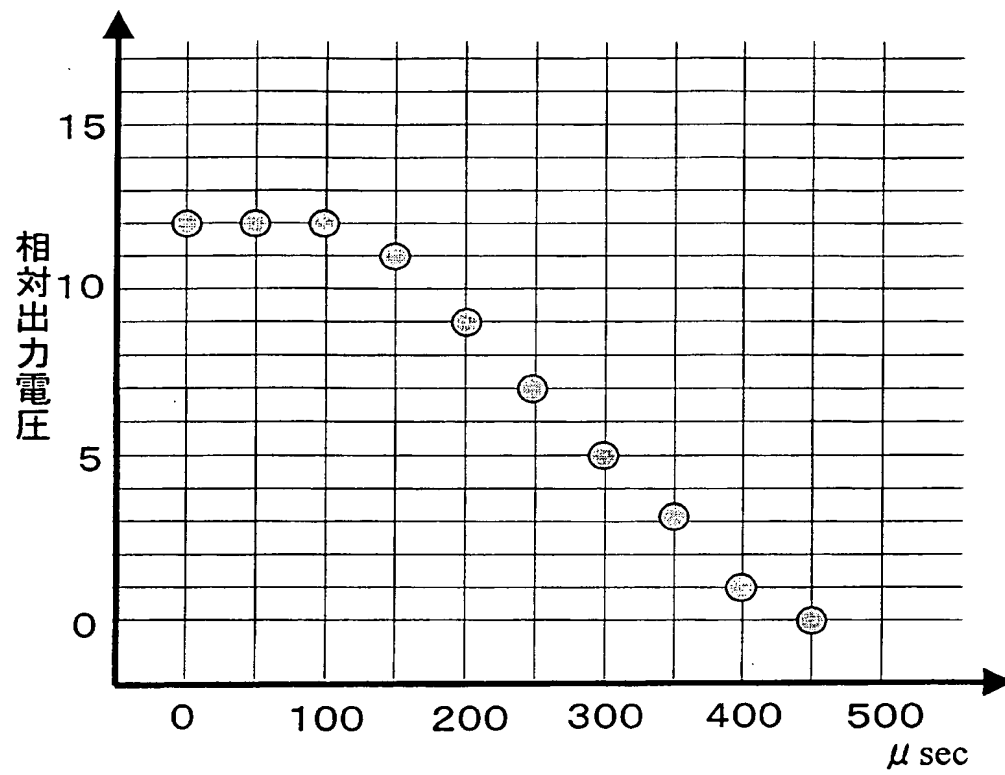
【図 5】



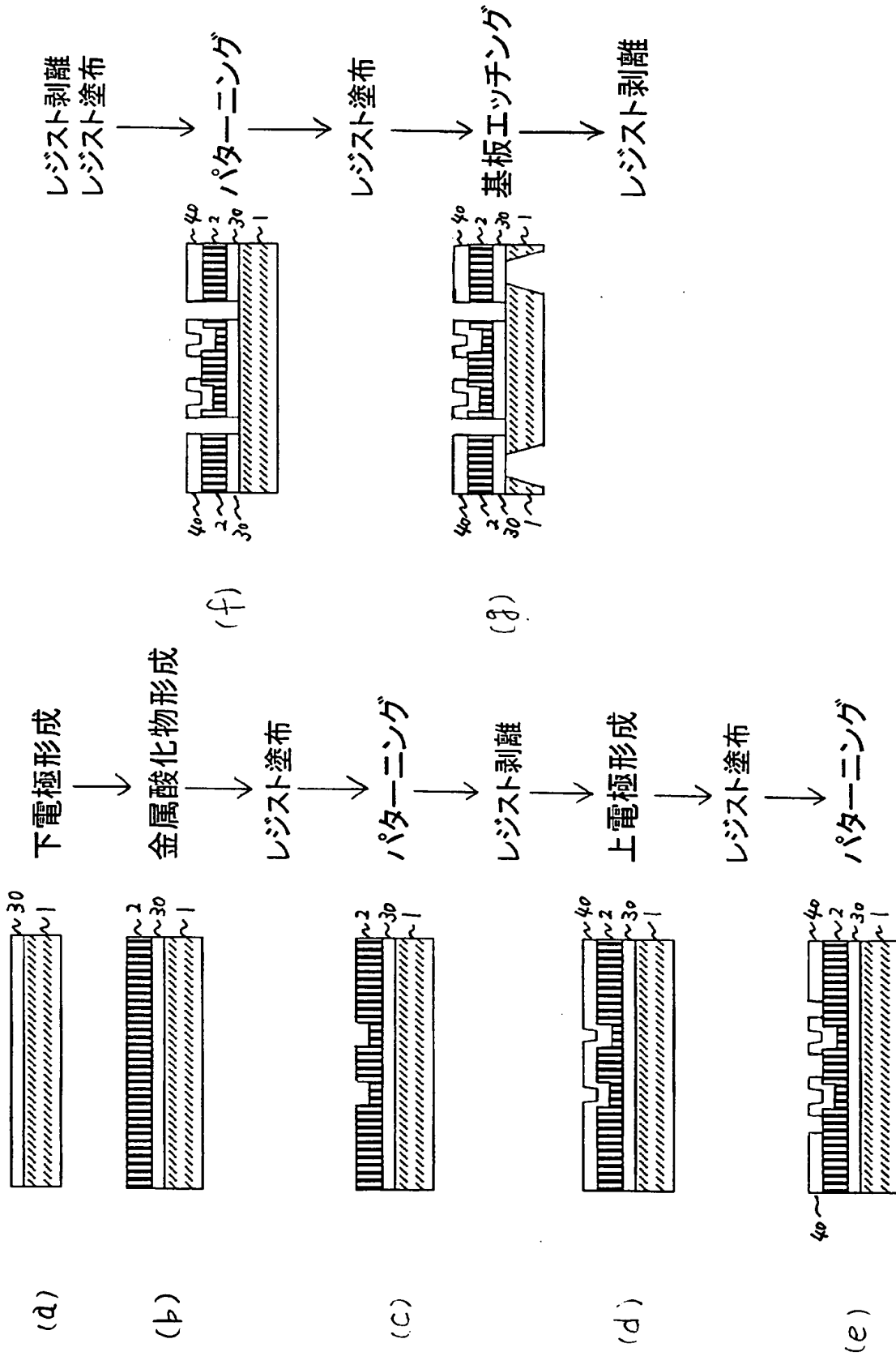
【図 6】



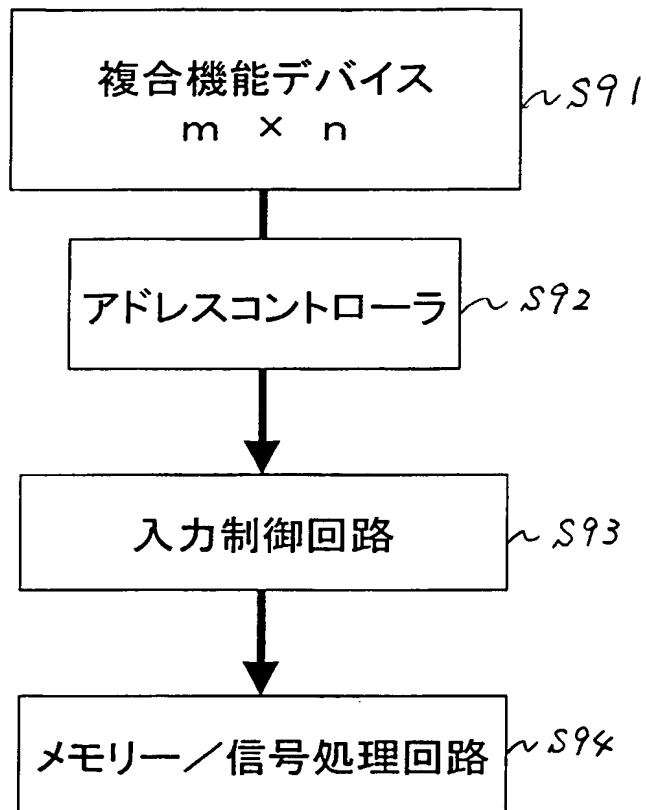
【図 7】



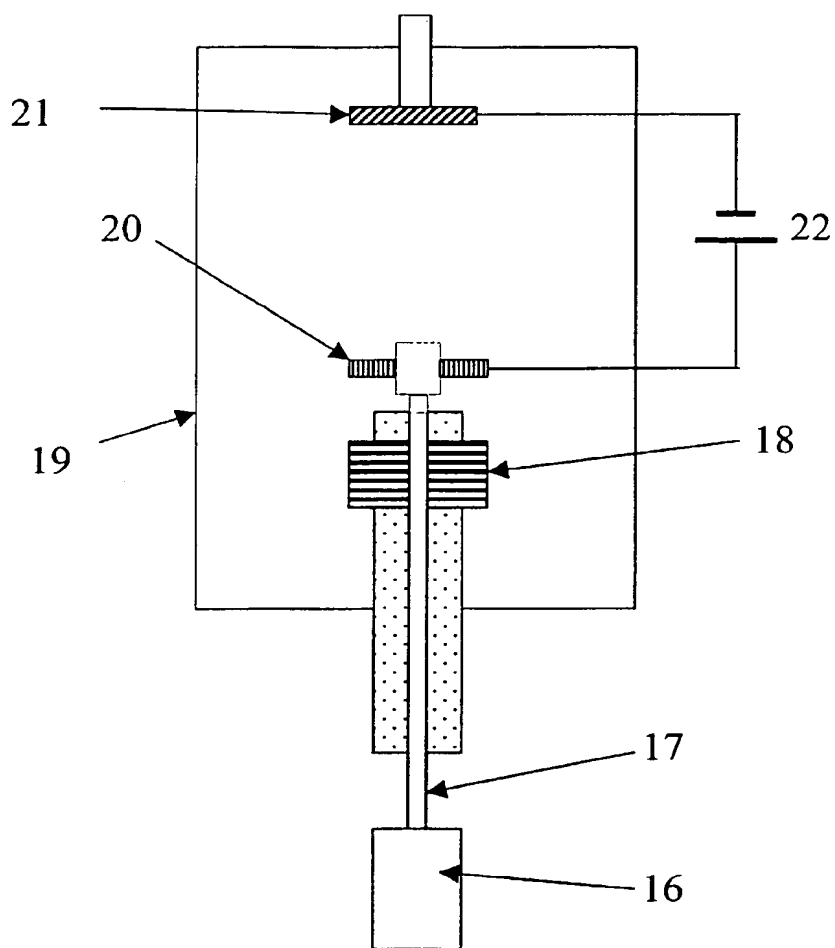
【図 8】



【図 9】



【図 10】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 一つの検出素子が破損しても他の検出素子の機能を確保することを可能とするとともに、製造プロセスを簡略化する。

【解決手段】 金属酸化物 2 を複数の部分に分割して、各部分に設けられた電極 3、4、5 により、異なる複数の情報を検出する。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 2 6 1 5 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社